

**Signal mark identification method for optical three-dimensional coordinate measurement, esp. for inspection and position monitoring of motor vehicles**

**Patent number:** DE19536296  
**Publication date:** 1997-04-03  
**Inventor:** MALZ REINHARD DR (DE)  
**Applicant:** DAIMLER BENZ AG (DE)  
**Classification:**  
- international: G01C11/10; G01B11/00; G01J3/46  
- european: G01B11/00D1  
**Application number:** DE19951036296 19950929  
**Priority number(s):** DE19951036296 19950929

**Abstract of DE19536296**

The method acquires time-coded light radiated from the signal markers synchronously with the image acquisition of an optical detector. The signal markers radiate light according to a time intensity code, colour code or intensity-colour code. The radiated light code is produced using different light sources or by projecting different brightness and colour patterns. An image sequence is stored in the optical detector. The intensity value of a defined coordinate value pair is read out and stored as a vector in an array. The vector is fed to a decoder and associated with a code index.

---

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 195 36 296 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 C 11/10**  
G 01 B 11/00  
G 01 J 3/46

②① Aktenzeichen: 195 36 296.9  
②② Anmeldetag: 29. 9. 95  
②③ Offenlegungstag: 3. 4. 97

DE 195 36 296 A 1

⑦① Anmelder:  
Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,  
DE

⑦④ Vertreter:  
Weber, G., 60596 Frankfurt

⑦⑦ Erfinder:  
Malz, Reinhard, Dr., 70734 Fellbach, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 41 15 445 C2  
DE 34 40 711 C2  
DE 34 08 437 C2  
DE 44 26 424 A1  
DE 44 02 414 A1  
DE 42 05 406 A1  
DE 41 08 082 A1  
DE 38 40 934 A1

DE 35 42 328 A1  
DE-OS 15 48 838  
US 54 24 930  
WO 89 03 049 A1  
WO 94 28 375

JANOCHA, Hartmut, ZAPP, Michael:  
Fertigungsnahe 3D-Koordinatenmessung mit  
bewegter CCD-Kamera. In: tm - Technisches  
Messen 61, 1994, 9, S.329- S.334;

⑤④ Signalmarken und Verfahren zu deren Identifizierung

⑤⑦ Die Erfindung betrifft Signalmarken, die z. B. in der  
3-D-Koordinatenmeßtechnik eingesetzt werden. Es werden  
verschiedene Anordnungen zur zeitlichen Codierung der  
Lichtabstrahlung der Signalmarken angegeben. Diese zeit-  
lich codierte Lichtabstrahlung wird synchron mit der Bildauf-  
nahme eines optischen Detektors, mit dem z. B. eine  
3-D-Vermessung durchgeführt wird, aufgenommen. Da-  
durch können die Signalmarken mit der gleichen Bildfolge,  
mit der z. B. die 3-D-Vermessung durchgeführt wird,  
identifiziert werden.

DE 195 36 296 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft Signalmarken und ein Verfahren zu deren Identifizierung nach den Oberbegriffen der Patentansprüche 1, 6, 8 und 12.

Die Erfindung findet Verwendung in der optischen 3D-Koordinatenmeßtechnik, bei der Inspektion und Positionskontrolle von Objekten, insbesondere von Kraftfahrzeugen.

Es sind optische Meßverfahren mit einer oder mehreren Kameras bekannt, bei denen die dreidimensionalen Koordinaten eindeutig bestimmbarer Punkte im Raum aus mehreren Ansichten numerisch bestimmt werden. Es werden dazu künstliche Merkmale wie aufgeklebte oder aufprojizierte Marken bzw. reguläre oder stochastische Grauwert- oder Farbverteilungen genutzt. Diese bekannten Objektmarkierungen sind nur aus einem begrenzten Raumwinkel detektierbar. Sie benötigen zusätzlich Fläche bzw. Raum und erfordern zusätzlich Zeit bei z. B. der Objektvermessung, da Bilder bei separater Beleuchtung der Markierungen aufgenommen werden müssen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein Verfahren zur Identifizierung von Signalmarken und geeignete Signalmarken anzugeben, die mit hoher Zuverlässigkeit und während eines Meßverfahrens ohne zusätzlichen Zeitaufwand detektierbar sind.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die in den Patentansprüchen 1, 6, 8 und 12 beanspruchten Merkmale. Vorteilhafte Ausgestaltungen und/oder Weiterbildungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Die Erfindung hat den Vorteil, daß die Lichtabstrahlung der Signalmarken zeitlich codiert wird und diese Codierung synchron mit der Bildaufnahme eines optischen Detektors aufgenommen wird. Dadurch ist es möglich Codierungsverfahren z. B. für die 3D-Meßtechnik und das Codierungsverfahren zur Identifikation der Signalmarken derart aufeinander abzustimmen, daß der Decoder alle zeitlich codierten Signale decodiert und anhand eines nachfolgenden Klassifikationsverfahrens entschieden wird, ob der Codeindex einer codierten Lichtabstrahlung der Signalmarke oder einer Codierung zur z. B. 3D-Vermessung eines Objektes zuzuordnen ist. Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß kein zusätzlicher Zeitaufwand für die Identifizierung der Signalmarken notwendig ist, da z. B. zur 3D-Vermessung oder zum Zwecke der Rauschminderung mehrere Bilder der gleichen Ansicht vom optischen Detektor aufgenommen werden, die gleichzeitig für die Codierung der Signalmarken verwendet werden.

Desweiteren ist von Vorteil, daß auf spezielle Beleuchtungseinrichtungen im optischen Detektor verzichtet werden kann, da die Signalmarken je nach Ausgestaltung direkt mit einer Lichtquelle verbunden sind oder über geeignet Projektoren die Signalmarken projizierbar sind.

Die Codierung und die Auswertung der Codierung erfolgt nach einem Verfahren das in der deutschen Patentschrift DE 41 15 445 beschrieben ist und dort zum Aufnehmen eines dreidimensionalen Bildes eines Objektes durchgeführt wird.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf schematische Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt den Aufbau einer Signalmarke, die über elektrische Zuleitungen und über Lichtleiter versorgt wird.

Fig. 2 zeigt eine Lichtquellenanordnung für codierte

Signalmarken über ein Display.

Fig. 3 zeigt eine Lichtquellenanordnung für projizierte Signalmarken.

Zur Erzeugung einer codierten Lichtabstrahlung der Signalmarken sind mehrere Lichtquellenanordnungen möglich. In Fig. 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel für eine Signalmarke dargestellt. Eine modulierbare elektrische oder elektrooptische Lichtquelle 1, z. B. eine Leuchtdiode, wird über eine Versorgungsleitung 2, z. B. elektrische Leitung oder Lichtleiter, mit zentral erzeugten, zeitlich unterschiedlich codierte Lichtsignalen versorgt. Mindestens eine Lichtquelle 1 ist vor oder auf einem z. B. transparenten Träger 3 angeordnet, der eine verspiegelte Grundfläche und Mantelflächen aufweist. Auf dem Träger 3 befindet sich ein Diffusor 4 zur gleichmäßigen Verteilung des Lichtes. Auf dem Diffusor 4 ist ein Polarisationsfilter 5 zur Entspiegelung aufgebracht. Um eine definierte Lichtaustrittsfläche 7 zu erhalten, ist auf der Oberfläche der Signalmarke eine schwarze Maske 6 mit mindestens einem z. B. kreisförmigen Loch aufgebracht. Die Materialien für die Signalmarke werden vorteilhafterweise so gewählt, daß die Lichtaustrittsfläche 7 eine matte, dunkle Oberfläche aufweist, so daß durch das Umgebungslicht nahezu keine Remission hervorgerufen wird.

Es können mehrere derartig ausgestaltete Signalmarken von einer zentralen Steuereinheit mit Energie und Triggersignal versorgt werden. Es werden z. B. Einleiter- oder Zweileiter-Ringversorgungen oder eine sternförmige Leitungsführung verwendet.

Desweiteren ist es möglich, die Signalmarke zusätzlich mit einem Energiespeicher z. B. Akku oder Kondensator, und einem integrierten Schaltkreis auszustatten. Der integrierte Schaltkreis enthält einen Signalempfänger, einen Codespeicher und eine Steuerung, die den gespeicherten Code abrufen und in elektrische Lichtsignale analog einem Leuchtfeuer umsetzt. Der Codespeicher ist vorteilhafterweise so ausgeführt, daß der individuelle Code programmiert werden kann und beispielsweise über einen externen Sender der Code veränderbar ist. Der weitere Aufbau der Signalmarke entspricht dem Ausführungsbeispiel 1. Es entfallen jedoch die Versorgungsleitungen 2, da der Code bereits in der Signalmarke gespeichert ist und eine autonome Energieversorgung existiert.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist die elektrische oder elektrooptische Lichtquelle durch einen Lichtmodulator, z. B. CCD, mit Lichtdiffusor ersetzt worden, der das von einer externen Lichtquelle entfallende Licht im Takt des gespeicherten Codes entweder absorbiert oder durchläßt und dadurch eine zeitlich codierte Lichtremission bewirkt.

Als weiteres Ausführungsbeispiel für codierte Signalmarken wird ein Display 8 vorgeschlagen z. B. eine LED- oder LCD- oder Plasma-Matrix oder ein Monitor mit Kathodenstrahlröhre (Fig. 2). Auf dem Display werden unterschiedliche Helligkeits- bzw. Farbmuster, die den Code der Signalmarke darstellen, erzeugt und synchron mit der Bildaufnahme einer Kamera 9 aufgenommen. Vor dem Display 8 ist eine Maske 6 aufgebracht, die z. B. Öffnungen an den Stellen aufweist, an denen die Signalmarken angeordnet sein sollen.

Auch über z. B. LCD- oder Laser-TV-Projektoren können codierte Signalmarken erzeugt werden. Gemäß Fig. 3 werden auf einer Fläche 10 unterschiedliche Helligkeits- bzw. Farbmuster, die den Code der Signalmarken darstellen, über einen Projektor 12 erzeugt und synchron mit der Bildaufnahme einer Kamera 13 aufge-

nommen. Kamera 13 und Projektor 12 sind über eine Steuerleitung 14 zur Synchronisation von Lichtmodulation und Bildaufnahme verbunden. Der Ort der Signalmarken ist durch eine z. B. schwarze Maske 11 auf der beleuchteten Fläche 10 festgelegt, die an den Stellen der Signalmarken durchbrochen oder diffus weiß ist, beispielsweise eine schwarze Fläche mit weißen Kreisflächen. Durch die Projektion unterschiedlicher Helligkeits- bzw. Farbmuster werden die einzelnen Signalmarken zeitlich verschieden ein- und ausgeschaltet und sind somit zeitlich codiert.

Der mit den in den Ausführungsbeispielen beschriebenen Signalmarken erzeugte zeitliche Intensitäts- oder Farb- oder Intensitäts-Farb-Code wird mit einem optischen Detektor aufgenommen. Der optische Detektor besteht z. B. aus einer Videokamera, einem Bilddigitalisierer, einer Bildsequenzspeichereinrichtung, einem Decoder, einem Klassifizierer, einem Bildkoordinatenauswertesystem und einer Einrichtung zur Übertragung und Speicherung und der identifizierten Bildkoordinaten. Mit der Kamera wird eine Bildfolge mit M Bildern und dem Bildindex  $i = 0 \dots M-1$  gespeichert. Aus der gespeicherten Bildfolge werden für eine bestimmte Bildkoordinate  $x_1, y_1$  die Intensitätswerte  $g(x_1, y_1, i)$  ausgelesen und als Vektor in einem Array  $g_1(i)$  gespeichert. Der Vektor wird dem Decoder zugeführt und dort einem Codeindex  $\zeta(x_1, y_1)$  zugeordnet.

Dieser Codeindex  $\zeta$  wird dem Klassifizierer zugeführt, der dem Codeindex  $\zeta$  eine bestimmte Signalmarke zuordnet, deren Koordinaten bekannt sind.

Wird nun mit dem optischen Detektor z. B. ein zeitlich codiertes 3D-Vermessungsverfahren eines Objektes durchgeführt, so wird die zeitlich codierte Lichtabstrahlung der Signalmarken und das Codierungsverfahren zur 3D-Vermessung mit der gleichen Bildfolge M aufgenommen. Im Decoder werden alle zeitlich codierten Signale decodiert und dem Klassifizierer zugeführt. Der Klassifizierer entscheidet anhand des Codeindex, ob es sich um eine Codierung der Signalmarke handelt oder um eine Codierung zur 3D-Vermessung. Wird z. B. zur 3D-Vermessung eines Objektes ein Streifencode verwendet (R.W. Malz: Codierte Lichtstrukturen für 3D-Meßtechnik und Inspektion, Universität Stuttgart 1992, Reihe: Berichte aus dem Institut für Technische Optik der Universität Stuttgart), bei dem jedem projizierten Streifen ein Codeindex  $\zeta$  zugeordnet wird, so wird ein Teil des Wertevorrates der Codeindizes  $\zeta$  für eine Codierung der Lichtabstrahlung der Signalmarken verwendet. Eine zeitliche Folge unterschiedlicher Intensitäten und/oder Farben wird nicht im Streifenprojektor zur 3D-Vermessung verwendet, sondern zur Modulation der Lichtabstrahlung der Signalmarken. Der Klassifizierer erkennt dann, z. B. für einen Codeindex  $\zeta > \zeta_{\max}$ , daß es sich um einen Codeindex für eine Signalmarke handelt.  $\zeta_{\max}$  stellt den maximalen Codeindex für den Streifencode dar.

#### Patentansprüche

##### 1. Verfahren zur Identifizierung von Signalmarken, dadurch gekennzeichnet,

- daß die Lichtabstrahlung der Signalmarken zeitlich codiert wird, und
- daß die codierte Lichtabstrahlung der Signalmarken synchron mit der Bildaufnahme eines optischen Detektors aufgenommen wird.

##### 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalmarken Licht nach einem

zeitlichen Intensitäts-Code oder Farb-Code oder Intensitäts-Farb-Code abstrahlen, der durch unterschiedliche Lichtquellenanordnungen oder durch projizierte, unterschiedliche Helligkeits- und Farbmuster erzeugt wird.

##### 3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet,

- daß im optischen Detektor eine Bildfolge mit M Bildern und dem Bildindex  $i = 0 \dots M-1$  gespeichert wird,
- daß aus der gespeicherten Bildfolge für eine bestimmte Bildkoordinate  $x_1, y_1$  die Intensitätswerte  $g(x_1, y_1, i)$  ausgelesen und als Vektor in einem Array  $g_1(i)$  gespeichert werden, und
- daß der Vektor einem Decoder zugeführt wird und dort einem Codeindex  $\zeta(x_1, y_1)$  zugeordnet wird.

##### 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

- daß mit dem optischen Detektor ein zeitlich codiertes 3D-Vermessungsverfahren eines Objektes durchgeführt wird,
- daß das Codierungsverfahren zur 3D-Vermessung und das Codierungsverfahren zur Identifizierung der Signalmarken derart aufeinander abgestimmt werden, daß der Decoder alle zeitlich codierten Signale decodiert und der Klassifizierer anhand des Codeindex  $\zeta$  entscheidet, ob der Codeindex  $\zeta$  einer codierten Lichtabstrahlung der Signalmarke oder einer Codierung zur 3D-Vermessung zuzuordnen ist.

##### 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,

- daß als Codierungsverfahren ein Streifencode verwendet wird, bei dem projizierte Streifen zur 3D-Vermessung eines Objektes verwendet werden,
- daß einem projizierten Streifen ein Codeindex  $\zeta$  zugeordnet wird, und
- daß ein Teil des Wertevorrates der Codeindizes  $\zeta$  für die Codierung der Lichtabstrahlung der Signalmarken verwendet wird, derart, daß eine zeitliche Folge unterschiedlicher Intensitäten und/oder Farben nicht im Streifenprojektor verwendet werden, sondern zur Modulation der Lichtabstrahlung der Signalmarken.

##### 6. Signalmarke, dadurch gekennzeichnet, daß auf einem Träger (3), der eine verspiegelte Grund- und Mantelfläche besitzt, ein Diffusor (4) zur gleichmäßigen Verteilung des Lichtes und ein Polarisator (5) zur Entspiegelung aufgebracht sind, und daß auf dem Polarisator (5) eine Maske (6) zur Festlegung der Geometrie der Lichtaustrittsfläche (7) der Signalmarke angeordnet ist.

##### 7. Signalmarke nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Maske (6) Öffnungen für die Lichtaustrittsfläche (7) enthält, und die Lichtaustrittsfläche eine matte, dunkle Oberfläche aufweist.

##### 8. Lichtquellenanordnung für eine Signalmarke nach den Ansprüchen 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Lichtquelle (1) an der Unterseite der Signalmarke angeordnet ist, und daß über einen elektrischen Leiter oder einen Lichtleiter, die zentral erzeugten, unterschiedlich codierten Lichtsignale an die Lichtquellen (1) mehrerer Signalmarken übermittelt werden.

##### 9. Lichtquellenanordnung nach Anspruch 6 und 7,

dadurch gekennzeichnet, daß eine LED- oder LCD- oder Plasma-Matrix oder ein Monitor einer Kathodenstrahlröhre als Lichtquelle verwendet werden.

10. Lichtquellenanordnung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalmarke einen Energiespeicher und einen integrierten Schaltkreis enthält, der mit einem Signalempfänger, einem Codespeicher und einer Steuerung, die den gespeicherten Code abruft und in elektrische Lichtsignale umsetzt ausgestattet ist, und daß das zeitlich codierte Lichtsignal über eine Lichtquelle abgestrahlt wird.

11. Lichtquellenanordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß anstelle der Lichtquelle (1) ein Lichtmodulator mit Diffusor auf der Oberfläche der Signalmarke aufgebracht ist, der das von einer externen Lichtquelle einfallende Licht im Takt des Codes absorbiert oder durchläßt und eine zeitlich codierte Lichtremission bewirkt.

12. Lichtquellenanordnung, dadurch gekennzeichnet, daß über einen LCD-Projektor oder Laser-TV-Projektor eine Fläche mit codierten Lichtsignalen beleuchtet wird und der Ort der Signalmarke auf der Fläche über eine auf der Fläche aufgebrachten Maske, die an den Orten der Signalmarke durchbrochen oder diffus ist, festgelegt ist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

30

35

40

45

50

55

60

65

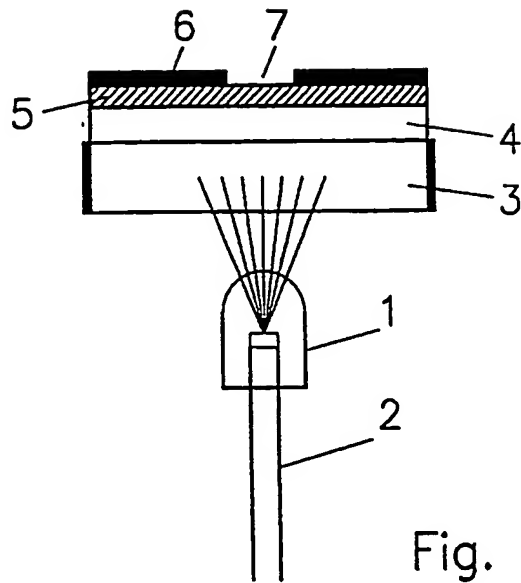


Fig. 1

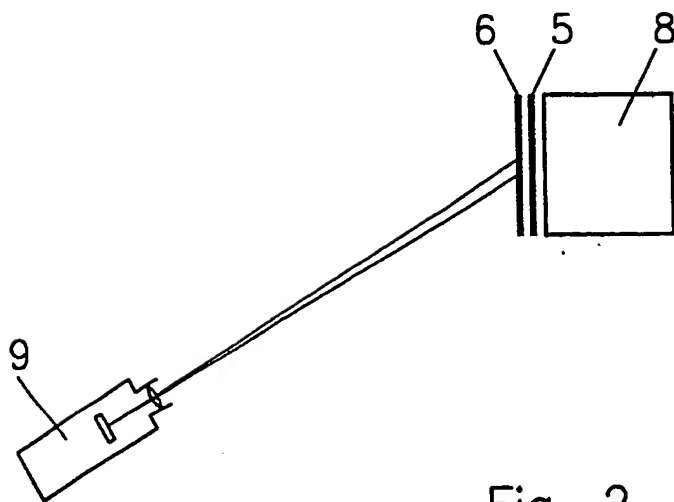


Fig. 2

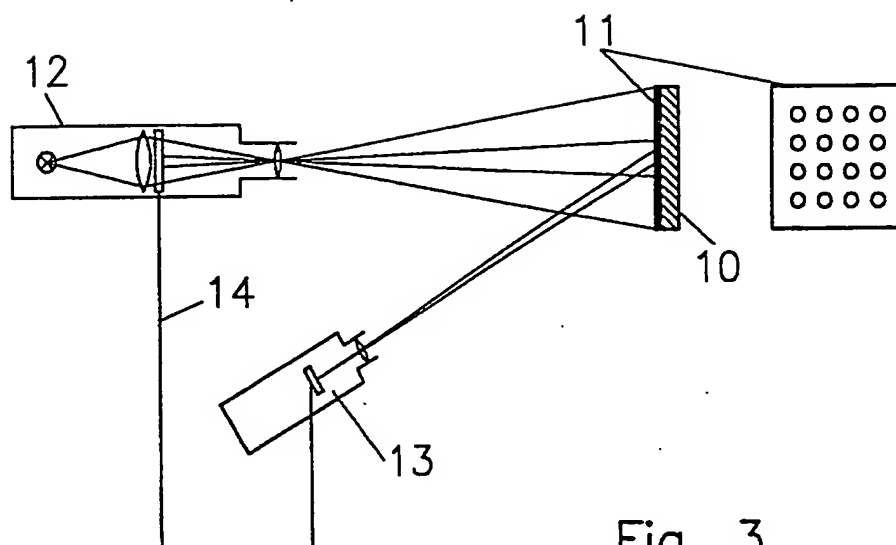


Fig. 3